

**Exhaust gas turbocharger for IC engine has force acting on compressor shaft supported by magnetic bearing detected for controlling variable turbine geometry**

**Publication number:** DE10005246  
**Publication date:** 2001-10-18  
**Inventor:** BUECHI ROLAND (CH); FINGER HELMUT (DE);  
FLEEDERSBACHER PETER (DE); LOEFFLER PAUL  
(DE); SUMSER SIEGFRIED (DE); WILLAND JUERGEN  
(DE); WIRBELEIT FRIEDRICH (DE)  
**Applicant:** DAIMLER CHRYSLER AG (DE)  
**Classification:**  
- international: F01D25/16; F02C7/057; F02C9/00; F04D25/04;  
F04D29/04; F01D25/16; F02C7/04; F02C9/00;  
F04D25/02; F04D29/04; (IPC1-7): F02C6/12;  
F01D25/16; F04D29/04; F16C32/04; G05B13/00  
- European: F04D29/058; F01D25/16; F02C7/057; F02C9/00;  
F04D25/04  
**Application number:** DE20001005246 20000205  
**Priority number(s):** DE20001005246 20000205

[Report a data error here](#)

**Abstract of DE10005246**

The turbocharger has a housing (8) provided with a magnetic bearing for supporting a compressor shaft (7), the turbine of the turbocharger having a variable turbine geometry (9) controlled in dependence on the measured axial force acting on the compressor shaft, via a regulating and control device (11). A sensor detecting the compressor shaft position can be coupled to the regulating and control device, for feedback regulation of the shaft position, by controlling the current supplied to the electromagnets of the magnetic bearing.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ **Patentschrift**  
⑯ **DE 100 05 246 C 1**

⑮ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 02 C 6/12**  
F 01 D 25/16  
F 04 D 29/04  
F 16 C 32/04  
G 05 B 13/00

⑯ Aktenzeichen: 100 05 246.0-13  
⑯ Anmeldetag: 5. 2. 2000  
⑯ Offenlegungstag:  
⑯ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 18. 10. 2001

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:

DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑯ Erfinder:

Büchi, Roland, Dr., Häuslenen, CH; Finger, Helmut,  
Dipl.-Ing., 70771 Leinfelden-Echterdingen, DE;  
Fleidersbacher, Peter, Dipl.-Ing., 70619 Stuttgart, DE;  
Löffler, Paul, Dipl.-Ing., 70199 Stuttgart, DE;  
Sumser, Siegfried, Dipl.-Ing., 70184 Stuttgart, DE;  
Willand, Jürgen, Dipl.-Ing., 70329 Stuttgart, DE;  
Wirbeleit, Friedrich, Dr., 73733 Esslingen, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE	197 52 534 C1
DE	35 05 048 C2
DE	33 19 112 C2
DE	196 23 637 A1
DE	41 05 258 A1
EP	06 65 480 B1
EP	04 63 934 B1
EP	03 92 677 B1
JP	57-1 54 516 A

⑯ Abgasturbolader

⑯ Ein Abgasturbolader für eine Brennkraftmaschine  
weist eine in einem Gehäuse aufgenommene Lagerungs-  
einrichtung zur Abstützung einer Welle des Verdichters  
auf.  
Um einen Abgasturbolader mit hohem Wirkungsgrad zu  
schaffen ist die Lagereinrichtung als Magnetlagerung mit  
einem bestrombaren Elektromagneten ausgebildet, der  
die Welle des Abgasturboladers mit einer magnetischen  
Stützkraft beaufschlägt.

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Abgasturbolader nach dem Oberbegriff des Anspruches 1.

[0002] Abgasturbolader in Brennkraftmaschinen umfassen eine von den Abgasen der Brennkraftmaschine angetriebene Abgasturbine sowie einen Verdichter, der von der Turbine angetrieben wird und der angesaugte Verbrennungsluft auf einen erhöhten Ladedruck verdichtet. Die Rotoren der Abgasturbolader können hohe Drehzahlen erreichen, was zum einen eine sorgfältige Lagerung und zum anderen den Anschluss an ein Schmiersystem für die Schmierung der Lager erfordert. Das Schmiersystem des Abgasturboladers ist im allgemeinen an den Ölkreislauf des Motors angeschlossen, wobei grundsätzlich die Gefahr besteht, dass Öl des Ölkreislaufs auf der Turbinenseite oder auf der Verdichterseite in den Abgasbereich bzw. den Luftbereich des Motors gelangt. Der Eintrag von Öl in die Motorluft kann dadurch noch verstärkt werden, dass beim Schließen einer stromauf des Verdichters im Ansaugtrakt angeordneten Drosselklappe ein vergleichsweise starker Unterdruck im Verdichter wirksam wird, über den zusätzliches Öl in die Motorluft angesaugt wird.

[0003] Die Verunreinigung der Luft oder aber auch des Abgases mit Motoröl führt zur Verschmutzung diverser Aggregate der Brennkraftmaschine, insbesondere zu einer Verschmutzung von Rußfiltern, Ladeluft- oder Abgasrückführungskühler. Ein weiterer Nachteil liegt neben dem Verlust des Motoröls auch in der geringeren Lebensdauer des Motoröls, da die hohen Temperaturen auf der Turbinenseite sich nachteilig auf die Haltbarkeit auswirken können. Schließlich wird auch das Emissionsverhalten der Brennkraftmaschine nachteilig beeinflusst.

[0004] Ein weiterer Nachteil ist in den reibungsbedingten Lagerverlusten im Bereich der Lagerung der Welle des Abgasturboladers zu sehen. Der Lagerverlustanteil wirkt sich insbesondere im niedrigen Motor-Drehzahlbereich aus, bei dem lediglich ein vergleichsweise geringer Abgasgegendruck für den Antrieb des Laders zur Verfügung steht, andererseits aber für einen schnellen Momentenaufbau ein erhöhter Ladedruck gewünscht wird. Die reibungsbedingten Lagerverluste wirken sich im niederen Drehzahlbereich verhältnismäßig stark aus und stehen einem raschen Aufbau an Motormoment entgegen.

[0005] Ein weiteres Problem liegt darin, dass insbesondere im Bereich hoher Laderdrehzahlen bereits geringe Störungen des Wellenlaufs zu hohen Unwuchten führen können, die von den Lagern aufgenommen werden müssen. Derartige Unwuchten können zu einem vorzeitigen Verschleiß und eingeschränkter Leistungsfähigkeit des Abgasturboladers führen.

[0006] Aus der Druckschrift EP 0 392 677 B1 ist ein Turbolader mit einer Lagereinrichtung zur Aufnahme einer im Hochgeschwindigkeitsbereich betriebenen Welle bekannt, wobei die Lagerungseinrichtung ein einstellbares Funktionslager umfasst, welches in Abhängigkeit der Drehzahl der Welle zu betätigen ist. Das einstellbare Funktionslager ist koaxial zur Welle angeordnet und besteht aus einem axial verschiebblichen, ringähnlichen Lagerteil, dessen radiale Innenseite auf einem konisch zulaufenden Flächenabschnitt der Welle aufsitzt. Das Lagerteil ist über eine Hydraulikvorrichtung zwischen einer Außereingriffstellung, in welcher das Lagerteil mit Abstand zum konischen Flächenabschnitt der Welle angeordnet ist, und einer Eingriffsstellung, in welcher die korrespondierenden Seiten flächig aneinander liegen, axial verstellbar. Oberhalb einer Schwellendrehzahl wird das Lagerteil in seine Eingriffposition verstellt, wodurch radiale Auslenkbewegungen der Welle, welche insbe-

sondere auf dynamische Unwuchten zurückzuführen sind, unterbunden werden.

[0007] Mit einem in dieser Weise ausgebildeten Turbolader ist es zwar möglich, dynamische Unwuchten, welche 5 aus einer unsymmetrischen Gewichtsverteilung der Welle resultieren, und die darauf zurückzuführenden radialen Auslenkungen der Welle zu unterdrücken. Eine Verminderung von Lagerreibung ist mit diesem Abgasturbolader jedoch nicht zu erreichen. Es besteht vielmehr das Problem, dass in 10 Eingriffstellung des hydraulisch betätigbaren Funktionslagers durch die Flächenpressung zwischen dem Lagerteil und der konischen Außenfläche an der Welle die Lagerreibung erhöht wird, was zur Folge hat, dass der verwertbare Leistungsanteil reduziert wird und im übrigen ein Schmiersystem für das Funktionslager benötigt wird.

[0008] Zur Reduzierung der Lagerreibung ist in der Druckschrift DE 41 05 258 A1 ein Magnetlager vorgesehen, über das die Welle von Turbomaschinen und Verdichtern gehalten ist. Auf Grund der berührungslosen Lagerung entsteht keine Reibung bei der Rotation der Welle. Diese Druckschrift enthält jedoch keine Angabe über eine variable Einstellung des Ladedruckes und des Abgasgegendruckes bei einem Einsatz eines derartigen Magnetlagers in Abgasturboladern.

[0009] Eine derartige veränderliche Einstellung, insbesondere in Abhängigkeit von Zustands- und Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine, kann beispielsweise über die Einstellung einer variablen Turbinengeometrie der Abgasturbine erreicht werden. Hierbei wird die Turbinengeometrie 25 verändert, wodurch der wirksame Strömungsquerschnitt in der Abgasturbine und demzufolge auch der Abgasgegendruck veränderlich einstellbar ist, was Auswirkungen auf die Wellendrehzahl und damit auch auf die Verdichterleistung und den einzustellenden Ladedruck hat.

[0010] Ein derartiger Abgasturbolader mit variabler Turbinengeometrie ist in der DE 197 52 534 C1 beschrieben worden. Die variable Turbinengeometrie ist als Leitgitter ausgeführt, welches in einem radialen Strömungseintrittsquerschnitt in der Turbine angeordnet ist, wobei durch Verstellung von Leitschaufeln im Leitgitter eine veränderliche Einstellung des Strömungsquerschnittes erreicht wird. Die Einstellung der variablen Turbinengeometrie erfolgt üblicherweise durch Messung des Ladedruckes und des Abgasgegendruckes.

[0011] Auch bei derartigen Abgasturboladern ist darauf zu achten, dass die Lagerreibung in den die Laderwelle aufnehmenden Lagern gering gehalten wird, um Leistungsverluste zu reduzieren und einen guten Wirkungsgrad zu erzielen.

[0012] Der Erfindung liegt das Problem zu Grunde, einen 50 Abgasturbolader anzugeben, der sich bei einem hohen Wirkungsgrad und einem verschleißarmen Betrieb durch eine gute Regelbarkeit auszeichnet.

[0013] Dieses Problem wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst.

[0014] Über die Magnetlagerung wird die Welle des Verdichters in einer statischen Gleichgewichtslage gehalten, in welcher die Welle reibungsfrei umlaufen kann. Durch den Wegfall jeglicher Reibungskräfte im Bereich des Magnetlagers kann der reibungsbedingte Verlustanteil gegebenenfalls 55 bis auf Null gesenkt werden. Die reibungsfreie Lagerung bietet darüber hinaus den Vorteil, dass auf ein Schmiersystem verzichtet werden kann, wodurch sich zum einen die konstruktive Ausführung des Verdichters vereinfacht und zum anderen das Problem der Ölverschmutzung der Ansaugluft bzw. des Abgases und der mit der Ansaugluft bzw. dem Abgas in Kontakt tretenden Aggregate vermieden wird.

[0015] Die Reduzierung der Lagerverluste bewirkt außerdem, dass bereits bei geringen Drehzahlen eine höhere La-

derleistung zur Verfügung steht und ein Ladedruck aufgebaut werden kann, was insbesondere im transienten Bereich zu einem schnellen Anstieg der Ladedruckkurve und dementsprechend einem schnellen Motormomentenanstieg führt.

[0016] Die Magnetlagerung ist in konstruktiv einfacher Weise mit einem bestrombaren Elektromagneten ausgeführt, der die Welle des Verdichters mit einer magnetischen Stützkraft beaufschlägt. In dieser Ausführung bildet zweckmäßig der bestrombare Elektromagnet einen Stator, die Welle des Verdichters dagegen den Rotor. Die Größe der magnetischen Stützkraft ist in einfacher Weise über die Bestromung des Stators steuerbar.

[0017] Der Verdichter ist Bestandteil eines Abgasturboladers in einer Brennkraftmaschine, wobei der Abgasturbolader vom Druck der Abgase angetrieben wird und diese Bewegung über die Welle auf den Verdichter übertragen wird. Zusätzlich zur Ab gasturbine kann als Antrieb auch ein Elektromotor vorgesehen sein, der in bestimmten Betriebsbereichen, insbesondere bei niedrigen Drehzahlen, für einen zusätzlichen oder den alleinigen Antrieb der Welle sorgt und vorteilhaft in höheren Drehzahlbereichen als Generator eingesetzt wird.

[0018] Zusätzlich zur reibungsfreien Stabilisierung der Welle des Verdichters bietet die Magnetlagerung weitere Vorteile. In Abhängigkeit einer der die Magnetlagerung bestimmenden Größen kann eine variabel einstellbare Turbinengeometrie der Ab gasturbine eingestellt, insbesondere geregelt werden. Hierzu werden die auf die Welle wirkenden Axialkräfte gemessen, wobei diese Axialkräfte als Maßstab für die Druckdifferenz zwischen dem Ladedruck auf der Ansaugseite und dem Abgasgegendruck auf der Abgasseite herangezogen werden.

[0019] Es können auch weitere Aggregate der Brennkraftmaschine, beispielsweise ein die Durchflussmenge beeinflussendes Stellglied in einer Abgasrückführungseinrichtung, in Abhängigkeit einer der die Magnetlagerung bestimmenden Größen eingestellt werden.

[0020] Gemäß einer vorteilhaften Ausführung ist der Magnetlagerung eine Lageregelung unterlegt, bei der die Lage der Welle des Verdichters über einen Sensor festgestellt wird und in einer Regel- und Steuereinheit durch einen Soll-Ist-Vergleich ein Stellsignal erzeugt wird, über das die Bestromung des Elektromagneten in der Weise einstellbar ist, dass der Lage-Istwert an einen Sollwert angeglichen wird. Diese Ausführung zeichnet sich durch eine hohe Dynamik aus, da auf mechanisch träge Stellglieder zur Positionierung der Welle verzichtet werden kann und statische Lageänderungen der Welle innerhalb kürzester Reaktionszeiten durch eine Änderung in der Bestromung ausgeführt werden können. Darüber hinaus ist eine besonders präzise Einstellung der Lage der Welle möglich.

[0021] Alternativ oder ergänzend zu einer Lageregelung kann auch eine Regelung eines anderen Typs, insbesondere eine Kraftregelung, durchgeführt werden.

[0022] Die Welle wird vorteilhaft über zwei axial beabstandete radiale Magnetlager bzw. in einer weiteren zweckmäßigen Ausführung über ein axiales Magnetlager am Gehäuse des Verdichters abgestützt, wobei die Radiallager bevorzugt aus vier die Welle in gleichmäßigen Winkelabständen radial umgreifenden Einzelmagneten bestehen. In dieser Ausführung können fünf Freiheitsgrade der Welle abgestützt werden, ohne den sechsten Freiheitsgrad – die Wellenrotation – zu beeinflussen.

[0023] Weitere Vorteile und zweckmäßige Ausführungen sind den weiteren Ansprüchen, der Figurenbeschreibung und den Zeichnungen zu entnehmen. Es zeigen:

[0024] Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Brenn-

kraftmaschine mit Abgasturbolader mit Magnetlagerung, [0025] Fig. 2 einen Abgasturbolader mit Magnetlagerung im Schnitt.

[0026] Die Brennkraftmaschine gemäß Fig. 1 weist eine 5 Mehrzahl von Aggregaten auf, die die Funktion der Brennkraftmaschine beeinflussen, insbesondere einen Abgasturbolader 2, eine Abgasrückführungseinrichtung 10, welche eine einstellbare Verbindung zwischen dem Abgasstrang 4 und dem Ansaugtrakt 6 der Brennkraftmaschine schafft, sowie eine Regel- und Steuereinheit 11, welche die Aggregate der Brennkraftmaschine 1 steuert bzw. regelt. Der Abgasturbolader 2 umfasst in einem Gehäuse 8 eine Ab gasturbine 3 im Abgasstrang 4 der Brennkraftmaschine sowie einen mit der Ab gasturbine 3 über eine Welle 7 verbundenen Verdichter 5 im Ansaugtrakt 6 der Brennkraftmaschine. Die Ab gasturbine 3 ist vorteilhaft mit einer variabel einstellbaren Turbinengeometrie 9 ausgestattet, über die der wirksame Turbineneintrittsquerschnitt in Abhängigkeit des Zustandes der Brennkraftmaschine einstellbar ist.

[0027] Im Betrieb der Brennkraftmaschine wird die Ab gasturbine 3 von den unter dem Abgasgegendruck  $p_3$  stehenden Abgasen im Abgasstrang 4 stromauf der Ab gasturbine 3 angetrieben, wobei die Bewegung der Turbine 3 über die Welle 7 auf den Verdichter 5 übertragen wird, welcher mit 15 Umgebungsdruck  $p_U$  angesaugte und in einem Luftfilter 12 gereinigte Verbrennungsluft auf einen erhöhten Druck  $p_2$  verdichtet. Nach der Kühlung in einem stromab des Verdichters 5 angeordneten Ladeluftkühlern 13 tritt die Verbrennungsluft mit dem Ladedruck  $P_{2S}$  in den Einlass der Brennkraftmaschine 1 ein.

[0028] Die Abgasrückführungseinrichtung 10 umfasst ein 20 einstellbares Rückführungsventil 15 sowie einen Abgasrückführungskühler 14. Der in den Ansaugtrakt zurückgeleitete Abgasmassenstrom wird durch eine entsprechende Einstellung des Abgasrückführungsventils 15 in Abhängigkeit des Zustands der Brennkraftmaschine bestimmt.

[0029] Auf der Abgasseite der Brennkraftmaschine wird 25 das Abgas nach dem Durchströmen der Ab gasturbine 3 sowie eines Schalldämpfers bzw. Katalysators 16 auf den Umgebungsdruck  $p_U$  entspannt und in die Atmosphäre abgeleitet.

[0030] Die variable Turbinengeometrie 9 kann als axial in 30 den Turbineneintrittsquerschnitt zu verschiebendes Turbinenleitgitter ausgebildet sein oder aber auch als Leitgitter mit drehbaren Leitschaufeln ausgeführt sein. Als variable Turbinengeometrie im weiteren Sinne kommen auch Varioturbintypen in Frage, insbesondere Klappenturbinen.

[0031] Die Aggregate der Brennkraftmaschine 1 sind in 35 Abhängigkeit des Zustandes der Brennkraftmaschine über die Regel- und Steuereinheit 11 einzustellen. Es werden insbesondere Gaswechselventile 17 in der Brennkraftmaschine, der Abgasturbolader 2 und die Abgasrückführungseinrichtung 10 über die Regel- und Steuereinheit 11 eingestellt.

[0032] Wie Fig. 1 weiterhin zu entnehmen, zweigt stromauf einer Drosselstelle 18, die im Ansaugtrakt 6 vor dem Verdichter 5 angeordnet ist, eine Verzweigungsleitung 19 ab, über die ein Teil der angesaugten Frischluft in das Gehäuse 8 des Abgasturboladers 2 zur Kühlung des Lagers eingeleitet wird. Über eine Rückfahrleitung 20 wird der abgezweigte Teilstrom der Kühl luft nach dem Austritt aus dem Gehäuse 8 des Abgasturboladers 2 wieder in den Ansaugtrakt 6 zurückgeführt und mündet zweckmäßig stromab der Drosselstelle 18 und stromauf des Verdichters 5 in den Ansaugtrakt.

[0033] Der Schnittdarstellung gemäß Fig. 2 ist zu entnehmen, dass das Turbinenrad 21 der Turbine 3 des Abgasturboladers 2 über die Welle 7 mit dem Verdichterrad 22 des

Verdichters 5 verbunden ist. Die im Gehäuse 8 geführte Welle 7 ist über eine Magnetlagerung 23 gegenüber dem Gehäuse 8 abgestützt. Die Magnetlagerung 23 sorgt für eine nahezu reibungsfreie, statische Abstützung der rotierenden Welle 7 im Gehäuse 8 des Abgasturboladers 2. Die Abstützung erfolgt vorteilhaft in der Weise, dass abgesehen von der Rotation der Welle 7 um ihre Längsachse sämtliche Wellenfreiheitsgrade durch die Magnetlagerung 23 gebunden und beeinflussbar sind. Die Magnetlagerung 23 umfasst vorteilhaft ein axiales Magnetlager 24, über das die axiale Bewegung der Welle 7 in Richtung ihrer Längsachse abgefangen ist, sowie zweckmäßig zwei radiale Magnetlager 25, 26, welche axial zueinander beabstandet sind und die Welle 7 radial abstützen.

[0034] Jedes Magnetlager der Magnetlagerung 23 besteht aus einem oder mehreren bestrombaren, gehäusefest angeordneten Elektromagneten, der axial bzw. radial eine Magnetkraft auf die Welle 7 ausübt. Die gehäusefesten Elektromagnete übernehmen die Funktion eines Stators, die Welle 7 die Funktion eines Rotors. Über die Stärke der Bestromung der Elektromagnete kann die auf die Welle 7 wirkende Magnetkraft beeinflusst werden. Zweckmäßig sind insbesondere die radialen Magnetlager 25, 26 jeweils winkelsymmetrisch zur Längsachse der Welle 7 verteilt angeordnet um die Welle 7 radial vollständig einzuschließen. Durch eine gezielte Bestromung der über den Umfang gleichmäßig verteilten Einzelmagnete eines Magnetlagers 25, 26 kann die radiale Position der Welle 7 beeinflusst werden, indem durch eine unterschiedlich hohe Bestromung eine unterschiedlich hohe Magnetkraft in den Einzelmagneten erzeugt wird.

[0035] Sowohl die radialen Magnetlager 25, 26 als auch das axiale Magnetlager 24 halten die Welle 7 in einer statischen Gleichgewichtslage, in welcher die Welle 7 berührungslos zwischen den Einzelmagneten der Magnetlager gehalten ist.

[0036] Das axiale, gehäusefest angeordnete Magnetlager 24, über das die axiale Position der Welle 7 zu beeinflussen ist, besteht aus axial beabstandeten Einzelmagneten, die axial auf unterschiedlichen Seiten einer kraftübertragenden, fest mit der Welle 7 verbundenen Scheibe 27 angeordnet sind. Je nach Bestromung der auf unterschiedlichen Seiten der Scheibe 27 angeordneten Einzelmagnete des Magnetlagers 24 wird eine auf die Scheibe wirkende resultierende Magnetkraft erzeugt, die in Achsrichtung der Welle 7 gerichtet ist und eine axiale Verstellung der Welle 7 in die eine oder die andere Achsrichtung bewirkt.

[0037] Zwischen den Einzelmagneten der axial beabstandeten Magnetlager 25, 26 ist ein Isolator 28 angeordnet, der ein gegenseitiges Durchdringen der Magnetfelder der Magnetlager 25 und 26 verhindern soll um sicher zu stellen, dass die einzelnen Magnetlager 25 und 26 unabhängig voneinander eingestellt werden können.

[0038] Zur Bestimmung der Position der Welle 7 im Gehäuse 8 sind Abstandssensoren 29 vorgesehen, über die die radiale zweckmäßig aber auch die axiale Position der Welle 7 relativ zum Gehäuse 8 festgestellt werden kann. Bei einer Abweichung der tatsächlichen radialem und/oder axialen Lage der Welle 7 von entsprechenden Sollwerten werden die Einzelmagnete der Magnetlager in der Weise bestromt, dass die Lage der Welle korrigiert wird und eine Angleichung an die Sollwerte erreicht wird. Dadurch ist es möglich die Störungen, welche im laufenden Betrieb des Abgasturboladers auftreten können, auszugleichen. Auf Grund der vergleichsweise geringen Eigendynamik der Magnetlager kann die Lagekompensation mit sehr geringer zeitlicher Verzögerung durchgeführt werden.

[0039] Im Bereich eines Eintrittsstutzens 30, über den die

angesaugte Verbrennungsluft dem Verdichter 5 zuzuführen ist, kann ein Verstärker bzw. eine Leistungselektronik und/oder ein Regler 31 für den Soll-Ist-Abgleich der Position der Welle 7 sowie die Erzeugung und Verstärkung eines Stromsignals für die Magnetlager vorgesehen sein. Die Anordnung im Eintrittsbereich des Verdichters 5 sorgt für eine ausreichende Kühlung von Verstärker bzw. Regler 31, welcher zweckmäßig in der Wandung des Eintrittsstutzens 30 angeordnet ist.

10 [0040] Um die wärmeentwickelnden Einzelmagnete der Magnetlager zu kühlen wird ein Teilstrom der angesaugten Verbrennungsluft stromauf des Eintritts in den Verdichter 5 des Abgasturboladers 2 abgezweigt und über eine Lufteintrittsöffnung 32 im Gehäuse 8 des Laders in Pfeilrichtung 33

15 radial einem inneren Lagergehäuse 36 zu geführt, in welchem die Magnetlager zur Stützung der Welle 7 aufgenommen sind. Die zugeführte Verbrennungsluft kühlst das innere Lagergehäuse 36 und die darin aufgenommenen Magnetlager und verlässt radial das Gehäuse 8 über eine Luftaustrittsöffnung 34 in Pfeilrichtung 35. Nach dem Austritt aus dem Gehäuse 8 wird die Verbrennungsluft zweckmäßig wieder in den Ansaugtrakt stromauf des Verdichters eingeleitet und dem Verdichter zugeführt.

[0041] Alternativ zu einer Luftkühlung kann auch eine 25 Wasserkühlung zur Kühlung des Verstärkers bzw. Reglers 31 und/oder der Magnetlager vorgesehen sein.

[0042] Zur thermischen Isolation des Turbinenrades 21 gegenüber der Magnetlagerung 23 kann axial zwischen dem Turbinenrad 21 und dem Magnetlager 23 ein Hitzeschild 37 30 angeordnet sein.

[0043] Um eine unzulässig hohe Abweichung der Position der Welle 7 vom Sollzustand zu vermeiden, können Fanglager 38, 39 angeordnet sein, die die Position der Welle 7 radial, zweckmäßig aber auch axial absfangen. Sofern die statische Position der Welle 7 innerhalb eines gegebenen Toleranzspektrums liegt, kommt die Welle 7 mit den Fanglagern 38, 39 nicht in Berührung. Falls das Toleranzspektrum überschritten wird, wird die weitere radiale bzw. axiale Auslenkung der Welle 7 durch die Fanglager aus Sicherheitsgründen begrenzt.

[0044] Es kann vorteilhaft sein, an Stelle oder zusätzlich zur Lagerregelung der Welle eine Kraftregelung vorzusehen. Die Informationen über den Istzustand der Welle, welche über entsprechende Sensoren ermittelt werden, können der 45 Regelung von Zustandsgrößen weiterer, der Brennkraftmaschine zugeordneter Aggregate verwendet werden. Es kann beispielsweise zweckmäßig sein, in Abhängigkeit der Axialkräfte, welche von der Welle 7 auf das Gehäuse ausgeübt werden, auf die Druckdifferenz zwischen Ladedruck und 50 Abgasgegendruck zu schließen und diese Druckdifferenz der Regelung insbesondere der Abgasrückführmenge und/oder des über die variable Turbinengeometrie einstellbaren Turbineneintrittsquerschnitts zu Grunde zu legen.

## Patentansprüche

1. Abgasturbolader, mit einer in einem Gehäuse (8) aufgenommenen Lagerungseinrichtung zur Abstützung einer Welle (7) eines Verdichters (5), wobei die Lagereinrichtung als Magnetlagerung (23) mit einem bestrombaren Elektromagneten ausgebildet ist, der die Welle (7) des Verdichters (5) mit einer magnetischen Stützkraft beaufschlägt, dadurch gekennzeichnet, dass die Abgasturbine des Abgasturboladers eine variabel einstellbare Turbinengeometrie aufweist, dass eine Kraft-Messeinrichtung zur Messung der auf die Welle (7) wirkenden Axialkräfte vorgesehen ist und dass das in der Kraft-Messeinrichtung erzeugte Messsignal ei-

ner Regel- und Steuereinheit (11) zuführbar ist, in der ein die variable Turbinengeometrie (9) beaufschlagendes Stellsignal in Abhängigkeit des Messsignals erzeugbar ist.

2. Abgasturbolader nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Lage der Welle (7) über einen Sensor feststellbar ist und in einer Regel- und Steuereinheit (11) ein die Bestromung des Elektromagneten einstellendes Stellsignal zur Angleichung der Lage der Welle (7) an einen Sollwert erzeugbar ist. 5
3. Abgasturbolader nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle (7) radial mittels zu mindest eines radialen Magnetlagers (25, 26) abgestützt ist. 10
4. Abgasturbolader nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass zwei axial beabstandete radiale Magnetlager (25, 26) vorgesehen sind. 15
5. Abgasturbolader nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle (7) axial mittels zu mindest eines axialen Magnetlagers (24) abgestützt ist. 20
6. Abgasturbolader nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein Elektromotor für den Antrieb der Welle (7) vorgesehen ist. 25
7. Abgasturbolader nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein Teilstrom der Ansaugluft zur Kühlung des Elektromagneten in das Gehäuse (8) geleitet wird. 30
8. Abgasturbolader nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass im Lufteintritt (32) des Verdichters (5) ein Stromverstärker und/oder ein Regler (31) angeordnet ist.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

**- Leerseite -**

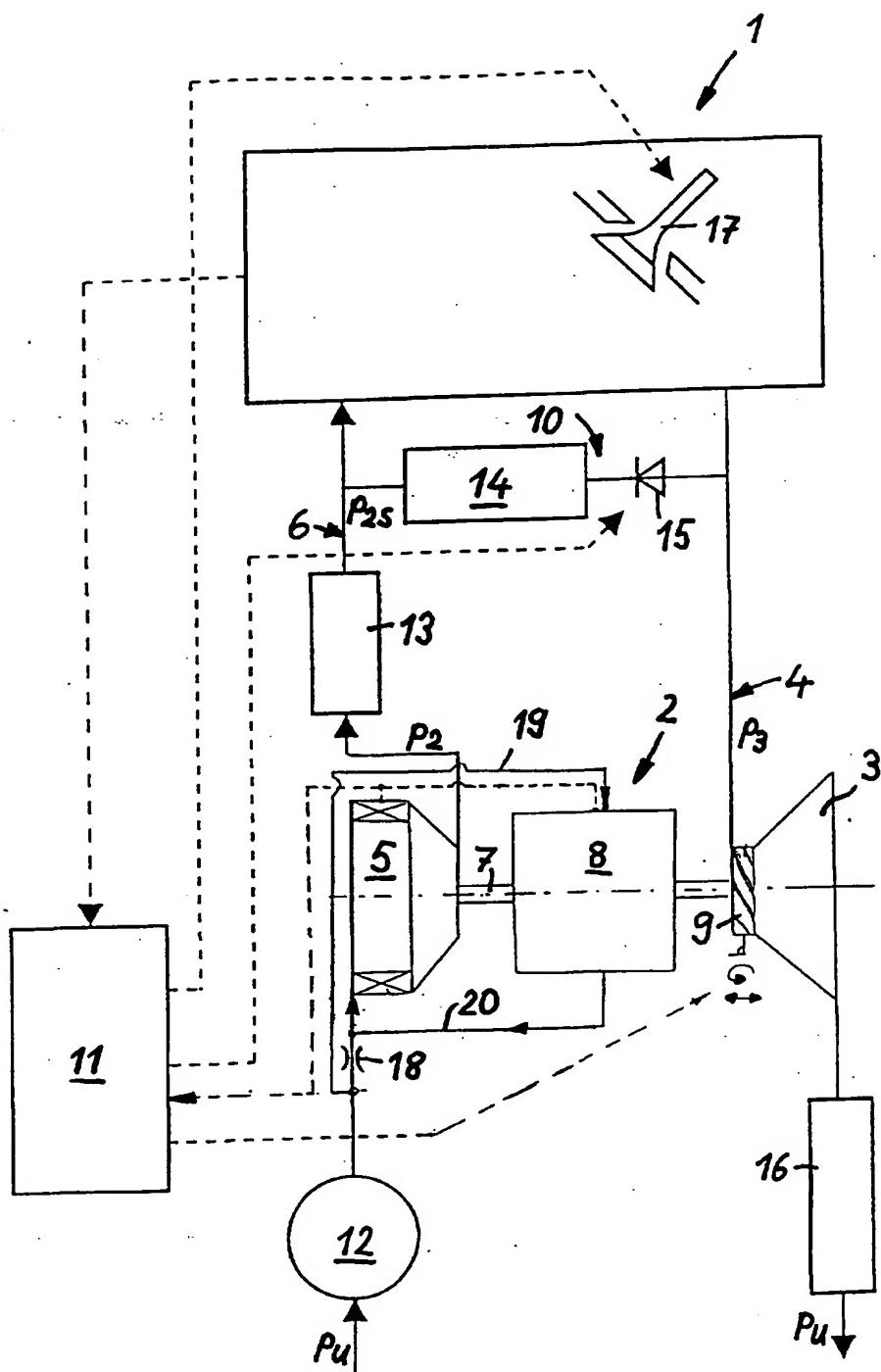


Fig. 1

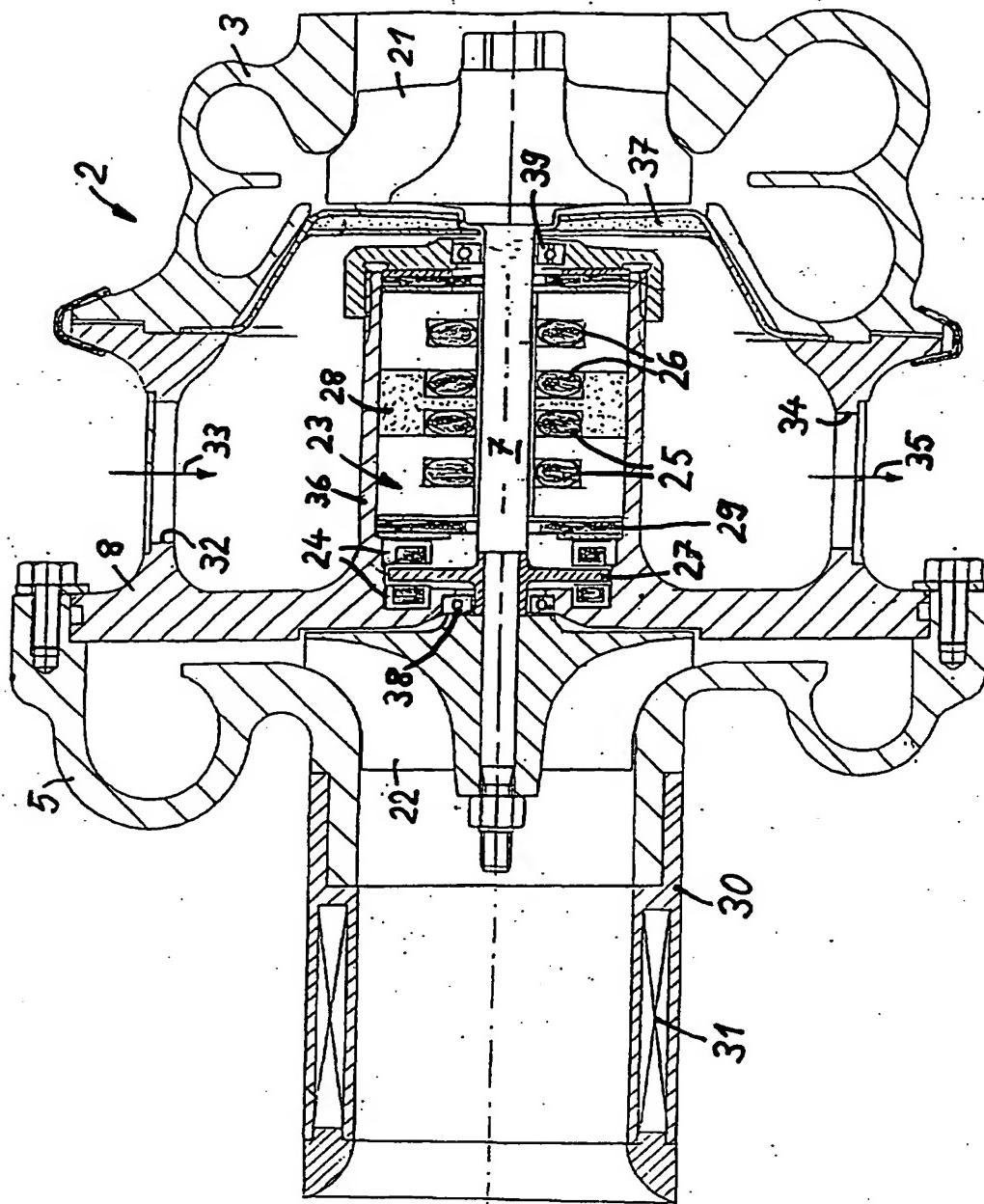


Fig. 2